

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-012098
(43)Date of publication of application : 14.01.2000

(51)Int.CI. H01M 10/42
B60L 3/00
G01R 31/36
H02J 7/00

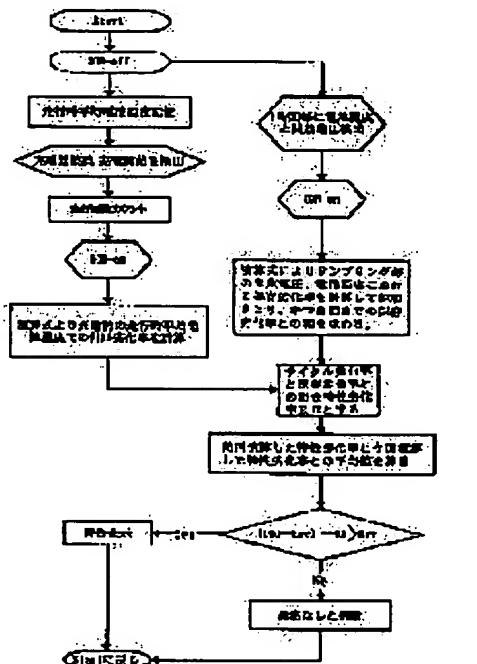
(21)Application number : 10-180177 (71)Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD
(22)Date of filing : 26.06.1998 (72)Inventor : SAITO KAZUO

(54) BATTERY DEGRADATION DIAGNOSIS METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a battery degradation diagnosis method, capable of determining whether or not a poor degraded characteristic abnormal battery that was not detected at the delivery time is mixed in.

SOLUTION: At a vehicle running time, a capacity degradation ratio $K_{rc}(\%)$ of a combined battery is calculated according to operation data of a battery group containing at least the total voltage, total current and a temperature of the battery group, and a cycle degradation ratio and a preservation degradation ratio during non-use time corresponding to a charging/discharging repetition frequency are calculated, based on a battery standard characteristic according to the charging/discharging repetition frequency and the preservation time during non-use time, and a characteristic degradation ratio $RR(\%)$ is obtained as a sum of the cycle degradation ratio and the preservation degradation ratio. When $K_{rc}(\%)$ is a prescribed value, the degradation of the battery is particularly inferior to a standard degradation characteristic, when the relation of $(100-K_{rc})-RR > K_{rr}$ is satisfied, and then it is determined that a poor degraded characteristic battery is mixed in that was not detected at producing time of the batteries.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-12098

(P2000-12098A)

(43)公開日 平成12年1月14日(2000.1.14)

(51)Int.Cl.
H 01 M 10/42
B 60 L 3/00
G 01 R 31/36
H 02 J 7/00

識別記号

F I
H 01 M 10/42
B 60 L 3/00
G 01 R 31/36
H 02 J 7/00

テマコード(参考)
P 2 G 01 6
S 5 G 00 3
A 5 H 03 0
Y 5 H 11 5

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全6頁)

(21)出願番号

特願平10-180177

(22)出願日

平成10年6月26日(1998.6.26)

(71)出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72)発明者 斎藤 和男

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

(74)代理人 100068353

弁理士 中村 純之助 (外1名)

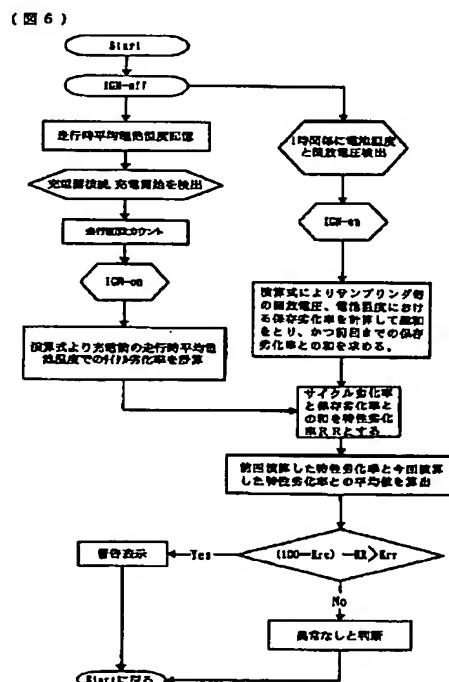
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電池劣化診断方法

(57)【要約】

【課題】出荷時に検出できなかつた劣化特性の悪い異常な電池が混入しているか否かを判断できる電池劣化診断方法を提供する。

【解決手段】車両走行時に、少なくとも組電池の総電圧、総電流、および電池温度を含む電池の動作データから組電池の容量劣化率 $K_{r,c}$ (%) を算出し、また充放電繰り返し数と非使用時の保存時間から電池の標準特性に基づいて充放電繰り返し数に対応したサイクル劣化率と非使用時の保存劣化率とを算出し、該サイクル劣化率と保存劣化率との和として特性劣化率 R_R (%) を求め、 $K_{r,r}$ (%) を所定値とした場合に、 $(100 - K_{r,c}) - R_R > K_{r,r}$ を満足するときに当該電池の劣化が標準の劣化特性より特に劣っており、電池生産時には判明しなかつた劣化特性の悪い電池が混入したものと判断する電池劣化診断方法。



【特許請求の範囲】

【請求項1】複数個のセルからなるモジュールを複数個接続した組電池を搭載した電気自動車における上記組電池の劣化診断方法であって、

車両走行時に、少なくとも組電池の総電圧、総電流、および電池温度を含む電池の動作データから組電池の容量劣化率を算出し、また、充放電繰り返し回数と非使用時の保存時間から電池の標準特性に基づいて充放電繰り返し数に対応したサイクル劣化率と非使用時の保存劣化率とを算出し、該サイクル劣化率と保存劣化率との和として特性劣化率を求め、上記容量劣化率と上記特性劣化率とを比較することにより、当該組電池の劣化が標準の劣化特性より特に劣っているか否かを判断することを特徴とする電池劣化診断方法。

【請求項2】複数個のセルからなるモジュールまたは単数のセルにおける電池の劣化診断方法であって、負荷接続時に、少なくとも電池の電圧、電流、および電池温度を含む電池の動作データから電池の容量劣化率を算出し、また、充放電繰り返し回数と非使用時の保存時間から電池の標準特性に基づいて充放電繰り返し数に対応したサイクル劣化率と非使用時の保存劣化率とを算出し、該サイクル劣化率と保存劣化率との和として特性劣化率を求め、上記容量劣化率と上記特性劣化率とを比較することにより、当該電池の劣化が標準の劣化特性より特に劣っているか否かを判断することを特徴とする電池劣化診断方法。

【請求項3】上記容量劣化率を K_{rc} (%)、上記特性劣化率を R_R (%) とし、 K_{rr} (%) を所定値とした場合に、

$$(100 - K_{rc}) - R_R > K_{rr}$$

を満足するときに当該電池の劣化が標準の劣化特性より特に劣っており、電池生産時には判明しなかった劣化特性の悪い電池が混入したものと判断して警告することを特徴とする請求項1または請求項2に記載の電池劣化診断方法。

【請求項4】単数のセルまたは複数個のセルからなるモジュールまたは該モジュールを複数個接続した組電池における放電、充電を総合的に制御するバッテリコントローラによって、上記電池の劣化診断を行なうことを特徴とする請求項1乃至請求項3の何れかに記載の電池劣化診断方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電池生産時には判明しなかった劣化特性の悪い電池を判断する電池劣化診断技術に関し、例えば電気自動車用の組電池において、組電池を構成する複数の電池に劣化特性の悪い電池が混入しているか否か等の診断に適用する技術である。なお、本発明における電気自動車とは、2次電池のみで走行するものに限らず、電池の電力を車両駆動用に用いる

ものであれば、いわゆるハイブリッド形式の自動車等でもよい。また、組電池に限らず単数のセルまたは複数個のセルからなるモジュールにも適用できる。

【0002】

【従来の技術】電気自動車用の電池は、一般にセルと呼ばれる単電池を複数個（例えは6～8個）直列接続して1ブロックにしたモジュールを、必要な電圧になる個数だけ直列に接続した組電池が用いられる。従来の電気自動車においては、走行時の様々なデータから電池の容量の劣化を演算し、それに基づいて残存容量を補正して容量計に表示させるようになっていた。上記の劣化演算は、単純に充放電回数に応じて、或いは充放電時の電圧変化から内部抵抗を演算し、その内部抵抗の大きさに応じて、劣化量を判断するものが多い。また、例えば、特開平7-198808号公報では、演算された満充電容量とその時の電池温度とによって劣化量を判断している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記のごとき従来の劣化診断方法においては、あくまでも現在使用している電池について、その劣化のみを判定するものであり、徐々に特性が劣化していく電池に対して、それが電池特性として通常の劣化を示すものであるのか、それとも電池生産出荷時に検出できなかった、通常の電池特性よりも劣化特性の悪い電池が混入したことによる劣化なのかを早期に検出することは出来なかった。そのため、通常の使用期間における性能保証を確実に行なうことが困難になる、という問題があった。

【0004】本発明は上記のごとき従来技術の問題を解決するためになされたものであり、出荷時に検出できなかつた劣化特性の悪い異常な電池が混入しているか否かを判断することの出来る電池劣化診断方法を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、本発明においては、特許請求の範囲に記載するよう構成している。すなはり、請求項1に記載の発明においては、複数個のセルからなるモジュールを複数個接続した組電池を搭載した電気自動車における上記組電池の劣化診断方法に関するものであり、車両走行時に、組電池の容量劣化率を算出し、また、充放電繰り返し回数と非使用時の保存時間から電池の標準特性に基づいてサイクル劣化率と非使用時の保存劣化率とを算出し、該サイクル劣化率と保存劣化率との和として特性劣化率を求め、上記容量劣化率と上記特性劣化率とを比較することにより、当該組電池の劣化が標準の劣化特性より特に劣っているか否かを判断するように構成している。

【0006】なお、容量劣化率とは未劣化時の満充電容量に対する劣化時の満充電容量の割合(%)、サイクル劣化率とは充放電繰り返し数に対応した劣化率(%)、保存劣化率は非使用時の保存時間に対応した劣化率

(%) を意味する。

【0007】また、請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の内容を複数個のセルからなるモジュールまたは単数のセルにおける電池の劣化診断方法に適用したものである。

【0008】また、請求項3に記載の発明は、請求項1または請求項2における診断方法のより具体的な内容を示すものである。すなわち、現在の容量劣化率 K_{rc} を100%から引いた値と特性劣化率 R_R との差を求め、その値が所定値 K_{rr} よりも大きい場合、つまり $(100 - K_{rc}) - R_R > K_{rr}$ である場合には、現在使用している電池の劣化特性が基準よりも悪いと判断する。特性劣化率 R_R は基準の特性から演算したものであるから、標準的な電池の劣化特性を示すものであるのに対し、実際の容量劣化率 K_{rc} を100%から引いた値 $(100 - K_{rc})$ は当該電池の劣化特性による値であり、劣化特性が悪い電池ほどこの値が大きくなる。したがって $(100 - K_{rc})$ から基準となる特性劣化率 R_R を減算した値が大きいということは、当該電池が標準の特性よりも劣っていることを意味する。上記の所定値 K_{rr} の値は、例えば20%程度であり、 $(100 - K_{rc}) - R_R$ の値がそれよりも大きい場合には、劣化の程度が異常に大きく、出荷時から特性の劣った電池が混入しているものと判断される。

【0009】また、請求項4に記載の発明は、電池の充放電を総合的に制御するバッテリコントローラで上記の劣化診断を行なうものである。

【0010】

【発明の効果】本発明においては、電池製造時に検出できなかった劣化特性の悪い電池を検出することが可能となるので、通常の使用期間中（例えば性能保証期間中）に劣化によって走行不可能になるという不具合を未然に防止することが出来る、という効果が得られる。

【0011】また、従来方法では電池劣化が大きく進行しないと劣化特性の異常が判断できないが、本発明によれば大きく劣化しなくとも、劣化率の比較により、早期に異常か否かの判断が可能なので、異常を早期に検出することが出来る、という効果が得られる。

【0012】また、組電池全体だけでなく、セル単位、モジュール単位でデータを検知、演算することにより、個別のセル、モジュールの劣化を判断可能になる。

【0013】さらに、組電池に限らず、単セルやモジュール単位の電池システムにおいても異常電池の判断が可能となる。

【0014】

【発明の実施の形態】まず、本発明で適用する2次電池の種々の特性について説明する。ただし、実施の形態において示した電池特性はリチウムイオン電池のものであるが、他の2次電池の特性を用いても同様に判断可能である。

【0015】図1は、放電可能出力と放電容量との関係において、新品からの劣化傾向を示した特性図である。なお、放電可能出力とは、その時の状態において電池がに出力し得る最大の出力、すなわち負荷に電力を供給した場合に端子電圧が総電圧下限値まで低下する限界の電力を意味し、放電容量とは既に放電した容量（例えば満充電からの放電量）を意味する。また、総電圧とは組電池全体としての電圧である。

【0016】放電可能出力の劣化（以下、出力劣化と記す）は、満充電近傍での未劣化時の可能出力に対する現在の可能出力の割合として表され、電池の容量劣化（以下、容量劣化と記す）は未劣化の満充電容量に対する現在の満充電容量の割合で表される。ただし、容量劣化は出力劣化と密接に関連しているため、容量劣化率は出力劣化率の関数として表され、図2に示すように、組電池全体の充放電等を制御するバッテリコントローラ内にテーブルとして与えられている。なお、上記満充電容量とは満充電時における放電可能容量（残存容量）を意味し、以下、単に満充電容量と記す。また、容量劣化率と出力劣化率の詳細は後述する。

【0017】また、図3は、充放電回数（繰り返し数）当たりの劣化の傾向を示す特性図であり、車両または電池の性能保証範囲では、劣化率（%）は充放電回数の2次式として表される。例えば、y軸を劣化率、x軸を充放電回数とすれば、劣化率の充放電回数に対する特性は、
 $y = a x^2 + b x$

で表される。ただし、a、bは定数である。以下、上記の充放電回数に対応する劣化率をサイクル劣化率と記す。

【0018】図4は、電池の非使用時（走行せずに駐車場等で保管されている状態）における劣化傾向を示す特性図であり、この場合の劣化率は、保存時の電池開放電圧の指數式で表される。例えば、y軸を劣化率、x軸を保存時の電池開放電圧とすれば、劣化率の電池開放電圧に対する特性は、
 $y = a \times e^{bx}$

で表される。以下、上記の非使用時の保存時間に対応する劣化率を保存劣化率と記す。

【0019】図5は、図3に示したサイクル劣化率と、図4に示した保存劣化率との両方に対し、温度の上昇に伴って指數関数的に劣化が大きくなる特性を持つことを示した特性図である。例えば、y軸を劣化率、x軸を電池温度とすれば、劣化率の電位温度に対する特性は、
 $y = a \times e^{bx}$

で表される。

【0020】本発明においては、上記のごとき各特性に基づいて、電池劣化の内容を診断するものである。以下、説明する。

【0021】まず、走行時には、バッテリコントローラにおいて、検出された総電圧（組電池全体の電圧）、総

電流（組電池全体の電流）および電池温度から、その状態における放電可能出力を以下のように演算する。

【0022】すなわち、或るサンプリング時間中の電圧、電流のサンプリング値は直線で近似され、電流に対する電圧の傾きから内部抵抗Rが、電圧軸切片から開放電圧E₀（電流が0のときの端子電圧）が算出される。*

$$P_{max} = \{ (E_0 - VL) / R \} \times VL \quad \cdots (\text{数1})$$

バッテリコントローラ内には、未劣化（新品）時における満充電近傍の放電可能出力値P₀が予め記憶されている。そして実用中において、満充電近傍で上記（数1）式の演算がなされると、上記未劣化時の満充電近傍の放電可能出力値P₀に対する現在の放電可能出力P_{max}の割合を、出力劣化率K_{rp}として記憶しておく。この出力劣化率K_{rp}は以降の容量演算時に使用する。

【0024】また、前記図2に示したように、バッテリコントローラ内には出力劣化率K_{rp}と容量劣化率K_{rc}（未劣化時の満充電容量に対する劣化時の満充電容量の割合）の関係を表すテーブルが記憶されているので、このテーブルを用いて、上記の演算した出力劣化率K_{rp}から現在の容量劣化率K_{rc}を算出する。

【0025】一方、車両が走行を停止し、IGN-OFFされた場合には、それまでの走行時の平均電池温度が算出され、かつ、充電器が接続されて充電開始した際に走行回数がカウントされる。そして上記の走行時平均電池温度と走行回数が共にバッテリコントローラ内に記憶される。

【0026】また車両がIGN-OFFされている間は、所定時間（例えば1時間）毎に電池温度と開放電圧がサンプリングされ、バッテリコントローラ内に記憶される。そして、次にIGN-ONされた際に、上記の各値から前記図3、図4で説明した特性と数式に従って、サイクル劣化率（図3）と保存劣化率（図4）が演算される。サイクル劣化率は充電回数毎に演算され、また、保存劣化率は上記所定時間毎に記憶した値から所定時間毎の劣化率を算出し、それらの総和を求める。なお、サイクル劣化率は充放電回数に応じて算出される値なので、前回の演算値に関係なく（放電時の平均電池温度には関係する）算出されるが、保存劣化率は保存時の電池開放電圧と電池温度によって、どれだけ劣化するかを算出するものなので、保存した回数だけ劣化が蓄積されることになる。すなわち前回までの演算値に今回の保存による劣化率を加算した値が現在の保存劣化率となる。従って保存劣化率は常に演算値を記憶し、新たな演算値に前回までの値を加算することによって算出する。そして上記サイクル劣化率（%）と保存劣化率（%）とを加算した値が特性劣化率RR（%）として保存され、これまで記憶していた電池温度や開放電圧値はクリアされる。なお、特性劣化率RRは単純に今回の演算値を用いてもよいが、前回の演算値と今回の演算値との平均を求ることによってバラツキを減少させることができる。

*この内部抵抗Rと開放電圧E₀、そして下限電圧VL（放電できる限界の電圧：当該電池の規格で設定されている）から下記（数1）式で示されるように、その時の放電可能出力P_{max}が演算される。

【0023】

$$P_{max} = \{ (E_0 - VL) / R \} \times VL \quad \cdots (\text{数1})$$

【0027】次に、現在の容量劣化率K_{rc}（%）を100%から引いた値と特性劣化率RRとの差を求め、その値が所定値K_{rr}よりも大きい場合、つまり(100-K_{rc}) - RR > K_{rr}である場合には、現在使用している電池の劣化特性が基準よりも悪いと判断する。すなわち、特性劣化率RRは図3、図4に示したように、基準の特性から演算したものであるから、標準的な電池の劣化特性を示すものであるのに対し、実際の容量劣化率K_{rc}を100%から引いた値(100-K_{rc})は当該電池の劣化特性による値であり、劣化特性が悪い電池ほどこの値が大きくなる。したがって(100-K_{rc})から基準となる特性劣化率RRを減算した値が大きいということは、当該電池が標準の特性よりも劣っていることを意味する。上記の所定値K_{rr}の値は、例えば20%程度であり、(100-K_{rc}) - RRの値がそれよりも大きい場合には、劣化の程度が異常に大きく、出荷時から特性の劣った電池が混入しているものと判断し、交換を促す警告（例えば警告表示）を行なう。例えば、使用中の通常の電池においては、容量劣化率は90%程度の値となり、また特性劣化率は3~4%程度の値となる。したがって(100-90) - 4 = 6 < 20となるので、この電池は正常な劣化状態であると判定できる。これに対して、最初から異常な電池が混入していた場合には、容量劣化率が60%のような値となる。この場合には(100-60) - 4 = 36 > 20となるので、異常な劣化であると判定することができる。

【0028】図6は、上記の演算過程をフローチャートで示した図である。

【0029】また、現在の放電可能出力P_{max}/出力劣化率K_{rp}を演算し、その値を前記図1に示した放電可能出力と放電容量の関係を示すテーブルに当てはめることにより、現在の放電容量C_pを算出することが出来、さらに、その放電容量C_pに容量劣化率K_{rc}を乗算することにより、現在の最終的な放電容量Cを算出することが出来る。これらの数値は例えば電気自動車の容量計等の表示に用いることが出来る。なお、放電可能出力は常に電池温度によるテーブルによって基準温度相当の値に補正されてから各容量を参照する。

【0030】また、これまでの説明は、組電池全体の診断方法について述べたが、セル単位、モジュール単位でデータを検知、演算することにより、上記と同様の診断方法を用いて個別のセル、モジュールの劣化を判断也可能である。さらに、組電池に限らず、単セルやモジュー

ル単位の電池システムにおいても異常電池の判断が可能である。

【図面の簡単な説明】

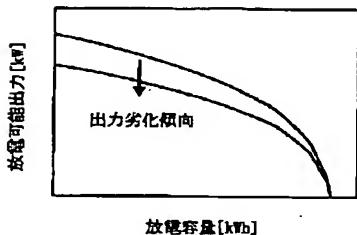
【図1】放電可能出力と放電容量との関係において、新品からの劣化傾向を示した特性図。

【図2】出力劣化率と容量劣化率との関係を記憶したテーブルを示す図。

【図3】充放電回数(繰り返し数)当たりの劣化の傾向を示す特性図。

【図1】

(図1)



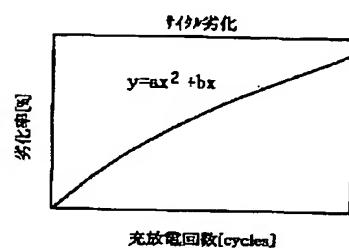
【図2】

(図2)

出力劣化率	容量劣化率
0%	0%
:	:
:	:
:	:
100%	100%

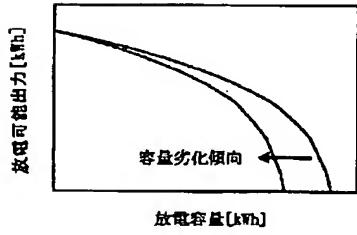
【図3】

(図3)



(図4)

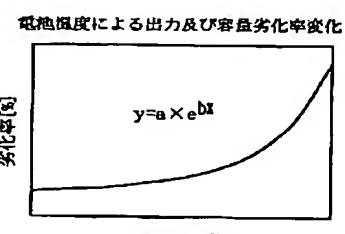
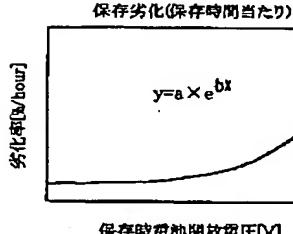
(図4)



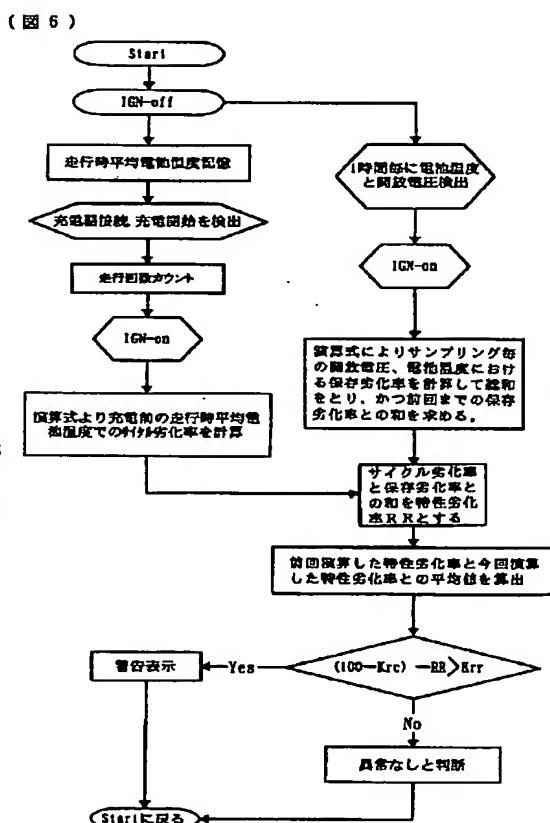
【図5】

(図5)

(図5)



【図6】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2G016 CA00 CA03 CB05 CB06 CB11
CB13 CC01 CC03 CC04 CC06
CC10 CC24 CC27 CD02 CD03
CE00
5G003 CB01 EA05 EA08 EA09
5H030 AA06 AS08 BB00 DD00 FF22
FF41 FF42 FF43 FF44 FF51
FF52
5H115 PG04 PI16 QN12 TI05 TI06
TI09 T005